

ISSN 1678-9644

Junho, 2015

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Arroz e Feijão

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documentos 307

Adubação Foliar no Feijoeiro: Revisão de Literatura

Pedro Marques da Silveira

Marcos Antônio Machado Mesquita

Paulo César Ribeiro da Cunha

Embrapa Arroz e Feijão

Santo Antônio de Goiás, GO

2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12, Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (062) 3533-2110
Fax: (062) 3533-2123
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações

Presidente: *Pedro Marques da Silveira*
Secretário executivo: *Luiz Roberto Rocha da Silva*
Membros: *Camilla Souza de Oliveira*
Luciene Frôes Camarano de Oliveira
Flávia Rabelo Barbosa Moreira
Ana Lúcia Delalibera de Faria
Heloisa Célis Breseghello
Márcia Gonzaga de Castro Oliveira
Fábio Fernandes Nolêto

Supervisão editorial: *Luiz Roberto Rocha da Silva*
Revisão de texto: *Camilla Souza de Oliveira*
Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*
Tratamento de ilustrações: *Fabiano Severino*
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

Versão online (2015)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

Silveira, Pedro Marques da.

Adubação foliar no feijoeiro : revisão de literatura / Pedro Marques da Silveira, Marcos Antônio Machado Mesquita, Paulo César Ribeiro da Cunha. – Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2015.

45 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 307)

1. Feijão –Adubação. 2. Feijão – Nutriente – Aplicação foliar. 3. Feijão – Solução nutritiva. I. Mesquita, Marcos Antônio Machado. II. Cunha, Paulo César Ribeiro da. III. Título. IV. Embrapa Arroz e Feijão. V. Série.

CDD 635.6528911 (21. ed.)

© Embrapa 2015

Autores

Pedro Marques da Silveira

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

Marcos Antônio Machado Mesquita

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, professor do IF Pernambucano, Barreiros, PE

Paulo César Ribeiro da Cunha

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, professor do IF Goiano, Urutaí, GO

Apresentação

A adubação foliar tem sido empregada no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), principalmente no cultivo de outono-inverno, sob irrigação. Contudo, ainda existe muita controvérsia quanto ao seu real efeito na cultura, o que pode ser justificado pela baixa quantidade de informações geradas pela pesquisa e pela falta de sistematização destas informações.

Neste texto é apresentada uma compilação das informações da literatura, principalmente do Brasil, sobre adubação foliar na cultura do feijoeiro.

As informações agrupadas nesta publicação deverão orientar a utilização da tecnologia pelos usuários.

Flávio Breseghello
Chefe-Geral da Embrapa Arroz e Feijão

Sumário

Introdução.....	9
Fatores que influenciam a absorção foliar	10
Fatores inerentes à folha.....	10
Estrutura da folha	10
Composição química da folha	11
Idade da folha	11
Fatores inerentes aos nutrientes.....	11
Mobilidade e metabolização.....	11
Solubilidade	12
Diâmetro iônico e hidratabilidade	12
Fatores inerentes às soluções aplicadas	12
Agentes umectantes e molhantes	12
pH da solução	13
Concentração e volume da solução dos nutrientes	13
Fatores externos	14
Luz	14
Disponibilidade de água no solo	14
Temperatura do ar	14
Ventos	15
Umidade atmosférica.....	15
Modo de aplicação das aspersões foliares	15
Formas e tempo de absorção	16
Aplicação foliar dos nutrientes	18
Nitrogênio	18

Fósforo.....	19
Cálcio.....	22
Enxofre.....	24
Boro.....	24
Cobre.....	26
Manganês.....	27
Molibdênio.....	31
Zinco.....	32
Multinutrientes.....	33
Considerações Gerais.....	34
Referências.....	37

Adubação Foliar no Feijoeiro: Revisão de Literatura

Pedro Marques da Silveira

Marcos Antônio Machado Mesquita

Paulo César Ribeiro da Cunha

Introdução

Historicamente os estudos sobre adubação foliar no feijoeiro iniciaram na década de 70. Bulisani et al. (1973) e Diehl (1977) relataram que a adubação foliar vinha despertando grande interesse. Na cultura do feijoeiro, eram realizadas, frequentemente, pulverizações foliares com soluções fertilizantes, ainda que sem maior definição a respeito de sua real eficiência. Os autores relataram também que várias companhias estariam empenhadas na difusão da adubação foliar, devido a sua rapidez, economia e facilidade de aplicação, além de poder ser associada às práticas de controle de pragas e doenças.

Boaretto et al. (1988) registraram que existia no comércio adubos recomendados para aplicação foliar e suas recomendações nem sempre eram baseadas em experimentação.

Para Scaramuzza et al. (1999), havia muita controvérsia a respeito da adubação com micronutrientes, principalmente quando aplicados via foliar nas culturas anuais.

Alvarenga et al. (2000) relataram que os fatores propaganda e agressividade do comércio fizeram com que a prática de adubação foliar se adiantasse à pesquisa.

Segundo Conte e Castro e Boareto (2001), as recomendações de adubação foliar para as culturas necessitavam de embasamento experimental, que proporcionasse altas probabilidades de sucesso em utilizar a técnica. Seria injustificada a sua recomendação generalizada.

Rosolem (2002a) observou que a adubação foliar tem recebido atenção limitada da pesquisa, principalmente no Brasil. A falta de informações confiáveis de resultados conforme relação causa-efeito, corroborados por testes estatísticos adequados, acaba por causar muita confusão, tornando a adubação foliar um assunto sempre polêmico.

Segundo Rezende et al. (2005), na prática, a adubação foliar tem obtido resultados muito inconsistentes quanto a sua eficiência, havendo ainda inúmeros pontos obscuros a serem estudados, para que seja possível sua utilização em larga escala.

O objetivo do trabalho é a apresentação das informações da literatura, principalmente do Brasil, sobre adubação foliar na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), sem a intenção de esgotar o assunto. As informações agrupadas poderão orientar a utilização da tecnologia pelos usuários.

Fatores que influenciam a absorção foliar

Segundo Camargo (1970), quatro grupos de fatores influenciam a absorção de nutrientes pelas folhas.

Fatores inerentes à folha **Estrutura da folha**

Alta frequência de estômatos, cutículas delgadas, paredes finas das células do tecido de transfusão, quantidade de ectodesmas, entre outros caracteres, favorecem a absorção foliar. A parte abaxial geralmente absorve mais que a adaxial, o que é atribuído a esses caracteres. Alta pilosidade das folhas dificulta o contato da solução com a superfície foliar. Segundo Rosolem (2002a), hoje é aceito que

há penetração de solutos nas folhas através da cutícula e através dos estômatos.

Composição química da folha

A maior quantidade de ceras da cutícula e das paredes celulares afeta a penetração dos nutrientes em solução aquosa, como também, a sua natureza química.

Idade da folha

As folhas novas absorvem muito mais nutrientes que as adultas. Quanto mais velha a folha, menor a absorção de nutrientes (ROSOLEM, 2002a). Nas folhas jovens, as paredes celulares são finas, a cutícula é mais delgada e a cerosidade é menor. As folhas novas, em crescimento, consomem nutrientes intensa e continuamente, o que favorece a translocação dos nutrientes aplicados à cutícula.

Malavolta (1980) citou também como fatores inerentes à folha:

a) Umidade da cutícula: Como o caminhar da solução através da cutícula em direção à parede de uma célula epidérmica ou de um ectodesma se faz, acredita-se, por difusão, que a existência de umidade é necessária. A água, por outro lado, é indispensável para que as células-guardas se abram, o que forma a cavidade estomática disponível para o processo de absorção, desde que seja relativamente baixa a tensão superficial da solução;

b) Concentração iônica interna: A capacidade de absorção foliar, em igualdade de condições, pode ser limitada pela quantidade do elemento já contido nas folhas. Assim, sabe-se que as plantas deficientes em fósforo (P) absorvem o elemento mais rapidamente do que as cultivadas em meio rico em P. Um alto nível de P no sistema vascular pode também retardar o transporte a partir das folhas, em vez de influenciar a absorção propriamente dita.

Fatores inerentes aos nutrientes

Mobilidade e metabolização

São os principais fatores que afetam a sua absorção pelas folhas. Na Tabela 1 consta a classificação dos nutrientes quanto à sua mobilidade

na planta. Os íons móveis são rapidamente absorvidos e se translocam para outras partes da folha e dessa para outras partes da planta, incorporando-se nos compostos do metabolismo. Os ditos imóveis não se translocam, saturando, logo, as regiões próximas do local de aplicação.

Tabela 1. Classificação dos nutrientes quanto à sua mobilidade na planta.

<i>Altamente móvel</i>	<i>Móvel</i>	<i>Parcialmente móvel</i>	<i>Imóvel</i>
Nitrogênio	Fósforo	Molibdênio	Boro
Potássio	Cloro	Manganês	Cálcio
Sódio	Cobre	Zinco	
	Enxofre	Ferro	
	Magnésio		

Fonte: Malavolta (1980).

Solubilidade

A solubilidade dos compostos de nutrientes, em água e em solventes orgânicos, também influi na sua aplicação foliar. O conhecimento do grau de solubilidade desses compostos permite o preparo de soluções adequadas, de modo a se evitar o depósito excessivo de resíduos salinos nas folhas, com consequências injuriosas para as plantas. Segundo Rosolem (2002b), é desejável alta solubilidade, o que permitirá a aplicação de volumes menores de solução. É fundamental que o material apresente alta pureza, procurando-se evitar possíveis efeitos adversos.

Diâmetro iônico e hidratabilidade

A velocidade de difusão dos íons aumenta quando diminui o seu raio iônico, e vice-versa. A influência da hidratabilidade na difusão iônica é importante porque a água de hidratação, que é adsorvida à superfície dos íons, forma uma capa mais ou menos espessa de água imobilizada ao redor deles, conforme a sua capacidade de hidratação, aumentando o diâmetro do conjunto. Assim, os íons hidratados difundem-se menos rapidamente que os não hidratados, de mesmo diâmetro.

Fatores inerentes às soluções aplicadas
Agentes umectantes e molhantes

Os agentes umectantes destinam-se a impedir a evaporação rápida da solução aplicada na superfície das folhas, mantendo os nutrientes

em estado iônico em contato com ela por mais tempo. Os agentes molhantes ou surfactantes são detergentes adicionados à solução de nutrientes, a fim de diminuir a tensão superficial das gotículas aspergidas sobre a folha, permitindo o seu espalhamento. Diminuindo a tensão superficial da solução nas gotículas, os agentes molhantes induzem a diminuição do seu ângulo de contato com a superfície da folha, favorecendo a sua molhabilidade.

pH da solução

O pH da solução exerce efeitos sobre a absorção foliar de nutrientes. Em experimentos com cutículas enzimaticamente isoladas, verificou-se que a capacidade de absorção relativa de uma cutícula, decresce de pH 1 a 7 para substâncias ácidas, e aumenta de pH 3 a 9, para substâncias alcalinas.

Concentração e volume da solução dos nutrientes

Há plantas que toleram altas concentrações de sais sobre as folhas, enquanto que outras são muito sensíveis. Por outro lado, uns nutrientes são mais tóxicos que outros, e alguns não apresentam toxicidade às plantas. Para que sejam corrigidas as deficiências nutricionais por adubação foliar, as quantidades de nutrientes requeridas pela planta também são variáveis, influenciando não só na concentração da solução, como no número de aplicações que devem ser feitas, para a correção ou controle das deficiências.

Ureia em concentrações de até 10% não causa injúrias severas às folhas de feijoeiro (Almeida, citado por Rosolem, 2002b). Entretanto, com pequenos incrementos nas concentrações de ureia na solução a partir de 10% a área lesionada aumenta (Figura 1).

Para Rosolem e Machado (1983), o volume da calda e bico de pulverização têm importância na adubação foliar. Volumes de aplicação da ordem de 50 L ha⁻¹ (bico 2,40 L pol²) levaram a significativas perdas por deriva, ao passo que 200 L ha⁻¹ (bico 4,40 L pol²) causaram escorrimento. Volumes da ordem de 100 L ha⁻¹ (bico 4,40 L pol²) ofereceram melhores resultados.

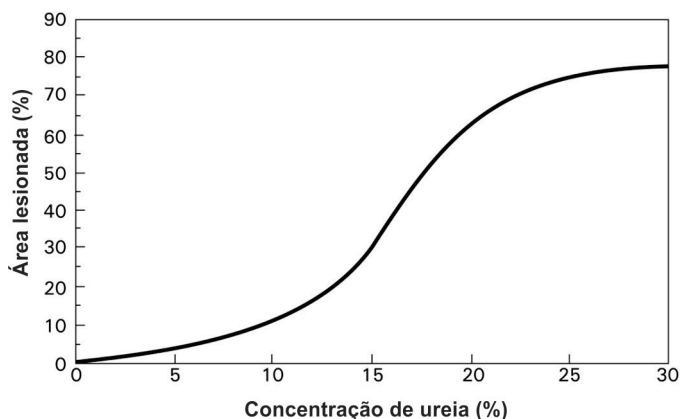


Figura 1. Área lesionada de folhas de feijoeiro que receberam soluções de ureia em diversas concentrações.

Fonte: Rosolem (2002b).

Fatores externos

Luz

Existe relação direta entre intensidade luminosa e absorção total de nutrientes pelas folhas. A energia luminosa é utilizada na absorção iônica, pelas folhas, e favorece também a translocação.

Rosolem e Machado (1983) recomendam que as aplicações devem ser feitas no começo da manhã.

Disponibilidade de água no solo

A disponibilidade de água no solo tem grande influência na absorção foliar. A planta com adequada disponibilidade de água mantém turgida as suas células e boa hidratação na cultura, favorecendo a penetração dos nutrientes. As aspersões foliares não devem ser feitas quando as plantas apresentam murchamento incipiente ou temporário.

Temperatura do ar

Em geral, a absorção foliar aumenta com a elevação da temperatura e vice-versa, pelos conhecidos efeitos da temperatura sobre os processos

físicos em geral e sobre os processos metabólicos, dentro dos limites térmicos para as atividades enzimáticas.

Boaretto et al. (1985) verificaram danos causados por soluções de diferentes concentrações de ureia, sulfato de amônio, nitrato de amônio, monoamônio fosfato e diamônio fosfato, aplicadas às 7, 10 e 17 horas nas folhas do feijoeiro no início da emissão dos primórdios florais. Com base em observações visuais que foram transformadas em valores de 0 a 5, os autores verificaram que os adubos utilizados, até 4%, não causaram injúrias quando aplicados no alvorecer ou no ocaso. Entretanto, quando se aplicou os adubos às 10 horas, houveram severos danos para o nitrato de amônio a 4% e danos menores para as demais fontes e, quando as fontes foram aplicadas a 2%, apenas leve injúria foi observada.

Ventos

Os ventos são prejudiciais à absorção foliar porque favorecem a rápida evaporação do solvente da solução aplicada, deixando resíduos de nutrientes nas folhas, os quais podem provocar injúrias.

Umidade atmosférica

Umidade relativa do ar elevada favorece a absorção foliar, porque mantém a cutícula hidratada, impede a evaporação da solução aplicada, mantendo-a sobre a folha por mais tempo e permitindo a sua melhor distribuição sobre a superfície foliar, o que implica na penetração de maior quantidade de nutrientes na folha.

Modo de aplicação das aspersões foliares

A aplicação de nutrientes por aspersão foliar deve ser feita em pulverizações uniformes e em gotículas minúsculas, devendo as soluções serem aspergidas na face foliar de maior absorção. Deve-se evitar gotículas muito grandes ou molhar em excesso, provocando o gotejamento ou o escorrimento da solução para as folhas inferiores e para o solo, acarretando a má distribuição da solução sobre as folhas, o desperdício de nutrientes, que não serão aproveitados pela folhagem, e a lavagem, que retira nutrientes das folhas.

Formas e tempo de absorção

As formas de absorção dos elementos são as seguintes: o N é absorvido na forma de íons de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+), o P é absorvido como fosfato inorgânico (H_2PO_4^-), o K, o Ca^{+2} , o Mg^{+2} nas formas iônicas, o S como íon sulfato (SO_4^{-2}), o Fe^{+3} é absorvido na forma iônica de sulfato ou em forma de sais orgânicos complexos, o Zn^{+2} , o Cu^{+2} e o Mn^{+2} são absorvidos na forma iônica. O B é absorvido nas formas iônicas $\text{B}_4\text{O}_7^{-2}$, HBO_3^{-2} ou BO_3^{-3} e o Mo na forma de MoO_4^{-2} (CAMARGO, 1970).

Na Tabela 2 é apresentado o tempo para absorção dos nutrientes segundo Camargo (1970) e Wittwer (1964).

Tabela 2. Tempo para absorção dos nutrientes pela planta.

Nutriente	Tempo para 50% da absorção foliar	
	Folhagem ¹	Feijão ²
Ureia (N)	½ a 2 horas	1 a 6 horas
K	10 a 24 horas	1 a 4 dias
Mg	10 a 24 horas	-
Ca	10 a 94 horas	4 dias
Mn	1 a 2 dias	1 a 2 dias
Zn	1 a 2 dias	1 dia
Cl	1 a 4 dias	1 a 2 dias
P	5 a 10 dias	1 a 6 dias
S	5 a 10 dias	8 dias
Fe	10 a 20 dias	24 horas absorve 8%
Mo	10 a 20 dias	24 horas absorve 4%

Fonte: ¹Wittwer (1964); ² Camargo (1970).

A ureia penetra na cutícula com notável velocidade. Além disso, ela faz aumentar a velocidade de penetração de nutrientes minerais, adicionados simultaneamente (CAMARGO, 1970).

Boaretto et al. (1986) estudaram a absorção de fósforo e enxofre pelo feijoeiro em fase de florescimento. Sementes de feijão, cv. Carioca, foram semeadas em vasos contendo cinco quilogramas de terra, conduzidas até o florescimento, ocasião em que foi aplicada uma solução contendo ^{32}P (H_3PO_4) e ^{35}S (sulfato de potássio) em concentrações de $1,45 \text{ mg ml}^{-1}$ de P e $1,1 \text{ mg ml}^{-1}$ de S e com pH igual a 2,1. A solução foi aplicada às 17 horas. Concluíram que aproximadamente 50% do fósforo e do enxofre aplicados no 3º trifólio foram absorvidos num período de 16 horas após a aplicação da solução. A translocação do fósforo e enxofre iniciou-se oito horas após a aplicação e se manteve até o final de sete dias. No final desse período, 17% e 13%, respectivamente, do fósforo e do enxofre aplicados, haviam se translocado do trifólio para o resto da planta.

Rosolem et al. (1990) observaram que mais de 50% da quantidade de cálcio, aplicado na forma de cloreto de cálcio, foram absorvidos pelas folhas até duas horas após a aplicação.

Oliveira et al. (1995), em estudo conduzido em casa de vegetação com S marcado, encontraram que aproximadamente 33% do enxofre aplicado ao primeiro trifólio do feijoeiro foi absorvido no período de sete dias. Desse total, 27% foram translocados para o restante da parte aérea e raízes. O ácido sulfúrico e o sulfato de amônio foram as melhores fontes fornecedoras de enxofre para as plantas. Ao contrário, o sulfato de potássio promoveu a menor absorção desse elemento.

Franco et al. (2005) relataram que na cultura do feijoeiro o ZnSO_4 apresenta maior adsorção à parede celular das folhas que o Zn-EDTA, demonstrando ser a retenção cuticular de Zn importante barreira à absorção foliar do elemento fornecido via ZnSO_4 .

Segundo Pelá et al. (2009), o fosfito de potássio (KH_2PO_3), diferentemente das fontes tradicionais do elemento (ácido fosfórico), apresenta maior velocidade de penetração, transporte e redistribuição nas plantas.

É importante o conhecimento do tempo para absorção do nutriente, pois, em condições de irrigação, deve-se evitar irrigações tão logo o nutriente seja aplicado.

Informações detalhadas sobre princípios da adubação foliar, translocação e absorção pelas folhas, fatores que influenciam a adubação foliar, entre outros, podem ser vistos em Rosolem (2002a, 2002b).

Aplicação foliar dos nutrientes

Nitrogênio

Para Rosolem (1987), a aplicação de quantidades consideráveis de nitrogênio (N) via foliar pode causar fitotoxidez, que poderá ser minimizada com a escolha correta do volume de calda e bico do pulverizador, assim como horário de aplicação e fonte do nutriente. Segundo o autor, dentre as fontes de N, a que mais causa fitotoxidez é o nitrato de amônio, que não deve ser aplicado em concentrações maiores que 3%. A ureia pode ser empregada em concentrações de até 10%, independente das condições ambientais.

Ambrosano et al. (1996) realizaram estudo durante dois anos consecutivos nos municípios de Ribeirão Preto, Votuporanga e Pindorama, SP, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação do nitrogênio, via radicular e foliar, em doses únicas ou parceladas, na produtividade do feijoeiro IAC-Carioca, sob irrigação. Os tratamentos incluíam aplicações de N no solo e ou foliar nas doses de 30 e 60 kg ha⁻¹. As concentrações de ureia na solução foram de 5% e de 10%. Concluíram que o parcelamento do nitrogênio via foliar é semelhante ao do solo e que a combinação de N no solo e foliar é mais efetiva na produtividade da cultura que a aplicação apenas por via foliar.

Na região de Selvíria, MS, Almeida et al. (2000) conduziram trabalho com o objetivo de verificar a influência de diferentes quantidades de ureia, 0, 8, 12, 16, 20 e 24 kg ha⁻¹, para fornecimento de N via foliar, em diferentes horários, no feijoeiro cv. IAC Carioca. Foram feitas aplicações foliares em três fases: V4 (3ª folha trifoliada), R5 (pré-

floração) e R7 (formação de vagens), totalizando três aplicações com 200 L ha⁻¹ de calda cada uma. No total, o maior tratamento recebeu 72 kg ha⁻¹ de ureia. Não houve resposta na produtividade de grãos em razão da adubação foliar, conforme Tabela 3. Ocorreram sintomas de fitotoxicidade somente na aplicação realizada no estágio V4, em que o tratamento que apresentou maior valor para o sintoma (nota 3,75 – moderado a acentuado) foi o tratamento 24 kg ha⁻¹, às 16 horas.

Tabela 3. Produtividade de grãos, cv. IAC Carioca, em razão da aplicação foliar de ureia.

<i>Ureia (kg ha⁻¹)</i>	<i>Produtividade (kg ha⁻¹)</i>
0	2.073
24	1.965
36	2.118
48	2.018
60	1.961
72	1.963

Fonte: adaptado de Almeida et al. (2000).

O alto teor de matéria orgânica do solo utilizado (34,0 g dm⁻¹), associado à adubação nitrogenada na semeadura (8 kg ha⁻¹ de N) e à 3ª aplicação ter sido feita em estágio tardio (R7 - formação de vagens) podem explicar o não efeito da adubação foliar nitrogenada no feijoeiro. Segundo Arf et al. (1999), a absorção do nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura do feijoeiro, mas a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece dos 35 aos 50 dias após a emergência das plântulas.

Fósforo

Teixeira e Araújo (1999) estudaram, em campo, a aplicação foliar de P, em diferentes estádios de desenvolvimento de duas cultivares de feijoeiro, Carioca e Rio Tibagi. O solo do estudo, Podzólico Vermelho-Amarelo, textura média, recebeu 40 kg ha⁻¹ de P no plantio e o equivalente a 5 kg ha⁻¹ na aplicação foliar. Os autores observaram que a produtividade de grãos de feijão não foi afetada pela adubação foliar com P e que a adubação foliar com o nutriente, no estágio de formação de vagens, aumentou o teor de P nas sementes.

Santos (2005), em estudo sobre o efeito da aplicação foliar de P no metabolismo e na produtividade de cultivares de feijão, observou que o suprimento extra de fósforo, via foliar, quando aplicado antes do período de déficit hídrico no feijoeiro, demonstrou ser capaz de amenizar os efeitos negativos da seca, mas não causou aumento na produtividade de grãos da cultura, resultado justificado pelas condições de crescimento que foram em vasos, em casa-de-vegetação.

Pelá et al. (2009) testaram em vasos, em casa-de-vegetação, em um Latossolo Vermelho-Amarelo com baixo teor de P (0,8 mg dm⁻³ Melich), fontes de fósforo, via foliar no feijoeiro cv. Pérola. As fontes de P foram fosfito de potássio (KH₂PO₃), ácido fosfórico (H₃PO₄), fosfato monoamônio-MAP (NH₄H₂PO₄) e fosfato de potássio (KH₂PO₄). As soluções foram preparadas com produtos PA (puro para análise) com concentração de 10 mg de P dm⁻³ de solução, balanceada pela presença de outros nutrientes nas fórmulas, como o K ou o N. Foram feitas seis aplicações com o objetivo de evitar o uso de soluções mais concentradas, que poderiam causar danos às folhas pelo efeito salino. Foram borrifados, utilizando borrifador graduado, 5 cm³ da solução em cada vaso, com três plantas nas primeiras quatro aplicações: na quinta e na sexta aplicações borrifou-se 7,5 cm³ devido à maior área foliar. Os autores observaram que não houve diferença entre as fontes de P aplicadas via foliar quanto à produtividade de grãos, porém todas se mostraram superiores à testemunha, mas inferiores à adubação com P via solo (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade de grãos por vaso em razão de fontes de fósforo via foliar no feijoeiro.

Tratamentos	Produtividade (g vaso ⁻¹)
Fosfito de potássio	10,11 b
Ácido fosfórico	10,69 b
Fosfato monoamônio	10,50 b
Fosfato de potássio	9,65 b
Via solo	12,80 a
Testemunha	2,08 c
D.M.S.	2,37
CV. (%)	12,39

Fonte: adaptado de Pelá et al. (2009).

Em estudo recente, Ávila et al. (2012) avaliaram o efeito de fosfito aplicado via foliar sobre a produtividade de grãos do feijoeiro, cv. Radiante, em casa-de-vegetação, com solo da região de Lavras, MG. Os tratamentos constaram de solos com baixa e adequada disponibilidade de fósforo combinados com fontes de P fornecidos pela adubação foliar (KH_2PO_3 , KH_2PO_4 e KCL, utilizado como controle de K), e quantidade de aplicação foliar (uma e duas aplicações). O tratamento de uma aplicação foi feito no estágio V4.4 (quarto trifólio) e o de duas aplicações, no V4.4 e no R6 (floração). As soluções de KH_2PO_3 , KH_2PO_4 e KCL foram pulverizadas na concentração de P igual a 3 L de fosfito de potássio comercial em 400 l de água ha^{-1} . Os autores observaram que as pulverizações foliares de fosfito diminuíram a produtividade de grãos em plantas cultivadas com baixa disponibilidade de fósforo no solo, mas esse efeito não foi observado em plantas cultivadas em solo com adequada disponibilidade de fósforo. Em geral, as pulverizações foliares de fosfato não supriram adequadamente as necessidades de P pelo feijoeiro.

Por outro lado, Cobucci et al. (2010) conduziram experimentos em sete locais, em latossolos de Goiás e Distrito Federal, visando avaliar a aplicação foliar de P no feijoeiro irrigado, sob plantio direto, cv. Pérola. Os tratamentos consistiram de adubação no solo associada à aplicação foliar de P. Na adubação foliar as doses aplicadas foram 0, 831, 1.662 e 2.493 g ha^{-1} de P_2O_5 , divididas em duas aplicações, sendo a primeira quando o feijoeiro apresentava três trifólios e a segunda, com seis trifólios. Houve efeito positivo na produtividade de grãos do P via foliar como também do P aplicado ao solo (Tabela 5). Os autores atribuem o aumento da produtividade a um possível estímulo fisiológico positivo da adubação foliar, responsável pela promoção do aumento da absorção desse nutriente do solo. Lynch et al. (1991) relataram que a aplicação foliar de P estimulou o desenvolvimento da área foliar das plantas do feijoeiro, linhagem EMP-84, desenvolvidas em condições de deficiência de P, pelo aumento da taxa de aparecimento de ramos e folhas.

Tabela 5. Produtividade de grãos de feijão, kg ha⁻¹, em razão da aplicação de P₂O₅ no solo e via foliar.

<i>P₂O₅ no solo</i> <i>(kg ha⁻¹)</i>	<i>g ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar</i>			
	<i>0</i>	<i>831</i>	<i>1.662</i>	<i>2.493</i>
0	2.438	2.640	3.121	3.029
40	2.947	3.072	3.272	3.228
80	3.046	3.276	3.321	3.386
120	3.058	3.291	3.379	3.528

Fonte: adaptado de Cobucci et al. (2010).

Cálcio

Boaretto et al. (1988) verificaram o efeito da aplicação de cálcio quelatizado, existente no comércio, seguindo-se as recomendações de seus fabricantes, sobre a produtividade de grãos do feijoeiro, cv. Carioca 80. O estudo foi conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro com teor de Ca²⁺ de 1,6 cmol_c dm⁻³ de solo. O adubo foliar usado foi o Ca-EDTA, contendo 10% de cálcio (peso/peso). Foram aplicados 300 L ha⁻¹ de solução, em uma aplicação (antes da florada) ou duas aplicações (antes e após a florada). As doses foram de 4 L ha⁻¹ por aplicação. Não foi constatada influência da adubação foliar com cálcio quelatizado na produtividade da cultura do feijoeiro.

Rosolem et al. (1990) estudaram a resposta do feijoeiro, cv. Carioca, ao Ca foliar aplicado na forma de sal ou quelatizado com EDTA, em termos de produtividade de grãos. O experimento foi instalado no município de Pederneiras, SP, em Latossolo Vermelho-Escuro, textura média, com teor de Ca de 1,7 cmol_c dm⁻³ de solo. Os tratamentos constaram da aplicação de 0; 0,8; 1,6; 3,2 e 6,4 kg ha⁻¹ de Ca, na forma de sal (CaCl₂) ou quelatizado com EDTA (produto comercial com 10% de cálcio quelatizado). A aplicação foi efetuada três dias antes do início do florescimento, empregando-se 140 L ha⁻¹ da solução. Os autores observaram que não houve resposta do feijoeiro a fontes e doses de cálcio aplicado via foliar em termos de produtividade de grãos (Tabela 6). Três dias após a aplicação do Ca, foram notados sintomas leves de fitotoxidez nas parcelas que receberam 6,4 kg ha⁻¹ de Ca, os quais desapareceram após uma semana.

Tabela 6. Produtividade de grãos do feijoeiro cv. Carioca em razão da aplicação de cálcio via foliar.

<i>Ca (kg ha⁻¹)</i>	<i>Produtividade (kg ha⁻¹)</i>
0	1.658
0,8	1.675
1,6	1.607
3,2	1.716
6,4	1.829
CV. (%)	14,0
F	n.s ¹

¹ n.s. = não significativo.

Fonte: adaptado de Rosolem et al. (1990).

Silva et al. (2006) avaliaram a influência da aplicação foliar de cálcio na época do florescimento no feijoeiro “da seca”, na região de Botucatu, SP. Foi utilizada a cv. IAC Carioca Eté, em plantio direto. O solo da área experimental foi um Nitossolo Vermelho com 11 mg dm⁻³ de cálcio. Os tratamentos foram constituídos por duas aplicações via foliar de cálcio, no florescimento do feijoeiro, nas doses 0 e 500 g ha⁻¹, na forma de cloreto de cálcio, em cada aplicação. Procedeu-se duas aplicações porque o período de florescimento foi desuniforme e grande parte das flores ainda não estavam abertas no momento da primeira aplicação. A aplicação de cálcio via foliar não afetou os componentes da produção nem a produtividade de grãos do feijoeiro.

Paula Junior et al. (2009) aplicaram cloreto de cálcio (CaCl₂) e silicato de cálcio (CaSiO₃) no feijoeiro, cv. Talismã, no início da floração e dez dias após, na dose de 300 mg L⁻¹ da solução. O solo do estudo apresentava teor de Ca de 3,4 cmol_c dm⁻³ de solo. Concluíram que a aplicação de CaCl₂ e CaSiO₃ não teve efeito significativo na produtividade de grãos da cultura.

Nota-se que nenhum dos estudos realizados com Ca, aqui relatados, apresentou efeito positivo da aplicação foliar desse nutriente na produtividade de grãos do feijoeiro.

Enxofre

Para Furtini Neto et al. (2000), a deficiência de S tem se tornado mais frequente e extensiva nos últimos anos, devido ao aumento do uso de fertilizantes que contêm pouco ou nenhum S na sua composição, ao aumento da produtividade e à redução dos teores de matéria orgânica do solo, causada pela erosão e mineralização.

Segundo Vitti et al. (2006), várias fontes de S⁰ são comercializadas no mercado brasileiro, sem o embasamento científico suficiente para se justificar o uso crescente dessas formulações em adubação foliar.

Vitti et al. (2007) relataram que poucas informações foram produzidas e não existem publicações recentes sobre a absorção e a assimilação de enxofre elementar (S⁰) em compostos orgânicos. Este conhecimento é fundamental à aplicação desse nutriente, indicado para a fertilização suplementar com a finalidade de corrigir sua deficiência durante o ciclo da cultura. Em estudo em casa de vegetação com soja, utilizando solo com baixo teor de S (3 mg dm⁻³), os autores obtiveram que todas as fontes de S aplicadas às folhas, pó molhável (90% de S), suspensão homogênea (55% de S) e pó ventilado (95% de S) aumentaram a produtividade de grãos, semelhante à aplicação ao solo. Observou-se a mesma produtividade de grãos com o uso de 20 kg ha⁻¹ de S⁰ no solo ou de 6 kg ha⁻¹ via foliar.

Boro

Vieira e Pinto (2002), em quatro experimentos irrigados com feijoeiro, cv. Ouro Negro, em Viçosa, MG, não encontraram efeito significativo na produtividade de grãos da aplicação foliar de ácido bórico, no florescimento da cultura, na dose de 100 mg L⁻¹ da solução.

Em estudo conduzido em campo, em Latossolo Roxo distrófico fase cerrado, Lima (1997) não observou resposta positiva à aplicação foliar de boro no feijoeiro, cv. Carioca-MG, com a aplicação foliar de 0, 20 e 40 g ha⁻¹ de B, 30 dias após a emergência, tendo como fonte o ácido bórico (17% de B). A falta de resposta ao nutriente, cujos teores

eram baixos no solo, foi atribuída à possível inadequação das doses empregadas, sugerindo-se que em trabalhos futuros sejam utilizadas doses mais elevadas.

Silva et al. (2006) avaliaram a influência da aplicação foliar de boro na época do florescimento do feijoeiro da “seca”, na região de Botucatu, SP. Foi utilizada a cv. IAC Carioca Eté, em plantio direto. O solo da área experimental foi um Nitossolo Vermelho. Os tratamentos foram constituídos por duas aplicações via foliar de boro, no florescimento do feijoeiro, nas doses 0, 15, 30 e 60 g ha⁻¹, na forma de ácido bórico, em cada aplicação. Concluíram que a aplicação de boro via foliar não afetou a produtividade de grãos do feijoeiro e seus componentes (Tabela 7).

Tabela 7. Produtividade de grãos do feijoeiro em razão da aplicação de boro via foliar.

<i>Boro (g ha⁻¹)</i>	<i>Produtividade (kg ha⁻¹)</i>
0	1.965
30	1.887
60	1.803
120	1.920
CV. (%)	12,7

Fonte: adaptado de Silva et al. (2006).

Por outro lado, Kikuti et al. (1998), com o objetivo de estudar o efeito da aplicação de boro via foliar, conduziram experimento em casa-de-vegetação, utilizando um Latossolo Roxo distrófico e a cv. Pérola. Os tratamentos incluíram uma, duas e três aplicações foliares de B na concentração de 0,3% e um volume de calda de 250 L ha⁻¹. Encontraram efeito positivo dos tratamentos com duas e três aplicações de B sobre a produtividade de grãos da cultura.

Castagnel e Silva (2009) avaliaram a resposta da cultura do feijoeiro, cv. IAPAR 81, à adubação foliar com boro.

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação e os tratamentos foram constituídos por doses de boro via foliar de 0, 30 e 60 g ha⁻¹, em duas épocas de aplicação (R5 = pré-floração e R6 = floração). Observaram efeito positivo do B sobre a produtividade de grão por vaso (Figura 2).

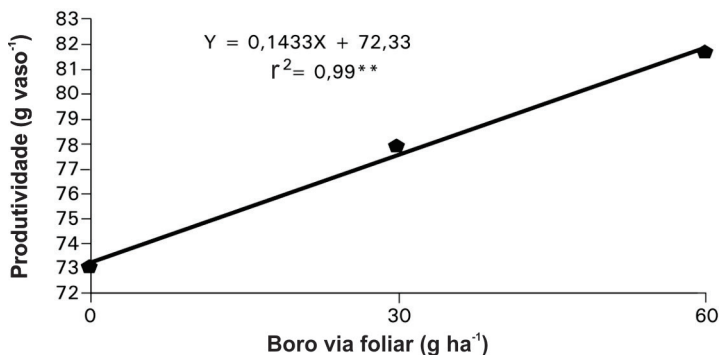


Figura 2. Produtividade de grãos do feijoeiro em razão da aplicação foliar de boro.

Fonte: Castagnel e Silva (2009).

Cobre

Para Salisbury e Ross (1992), por ser exigido em pequenas quantidades, raramente as plantas apresentam deficiência de cobre (Cu) e, se ele não for utilizado adequadamente, pode se tornar tóxico para as plantas. Também, Scaramuzza et al. (1999) relataram que sua larga utilização como fungicida tem mascarado seu efeito nutricional. Segundo Camargo (1970), a solução de sulfato de cobre é ácida e fitotóxica, necessitando ser neutralizada com cal hidratada até pH 7,0 a 7,7.

Scaramuzza et al. (1999) conduziram experimento em condições de campo, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbio, em Viçosa, MG, com o objetivo de determinar o efeito da aplicação foliar de sulfato de cobre no feijoeiro, cv. Carioca. O Cu foi aplicado em pulverização foliar, no início do florescimento, na forma de sulfato de cobre (CuSO₄.5H₂O), com e sem neutralização com cal hidratado,

nas concentrações 0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00% da solução. Constataram que o sulfato de cobre neutralizado possibilitou a obtenção de resultados mais consistentes e superiores aos encontrados com o sem neutralização. Houve efeito positivo do Cu sobre a produtividade da cultura e a concentração mais adequada de sulfato de cobre pentaidratado na solução foi em torno de 0,50% (Figura 3).

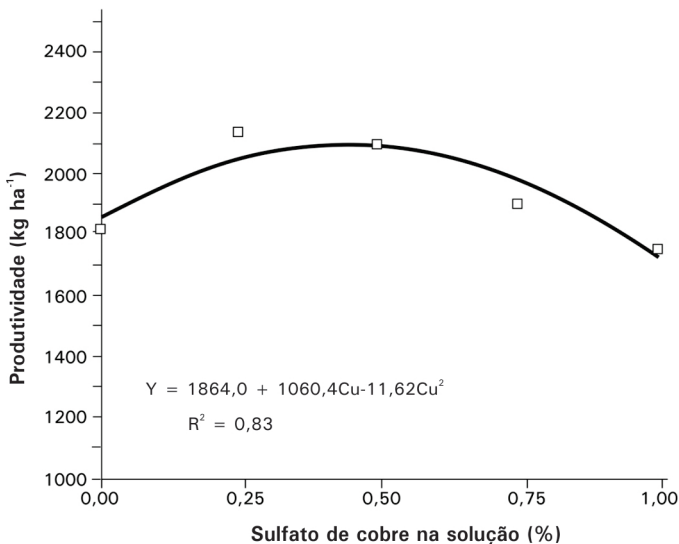


Figura 3. Produtividade de grãos do feijoeiro em razão da aplicação foliar de cobre.

Fonte: adaptado de Scaramuzza et al. (1999).

Manganês

Oliveira et al. (1996) relataram que solos arenosos e de baixa fertilidade natural podem apresentar sintomas de deficiência de Mn, assim como solos que recebem altas doses de calcário (MANN et al., 2002).

Segundo Oliveira Junior et al. (1995), a aplicação de sulfato de manganês aumentou o teor desse elemento nas folhas do feijão, em estudo em casa-de-vegetação, com a cv. Carioca.

Existem diferenças entre cultivares de feijão no que se refere à absorção de Mn. Soratto et al. (2005) verificaram, em solução nutritiva em casa-de-vegetação, que plantas de feijoeiro, cv. Pérola, apresentam, em média, menores teores e acúmulo de Mn, quando comparadas às de outras cultivares, o que pode ser um indicativo que essa cultivar apresenta menor eficiência na absorção do elemento pela raiz. Observaram também que, mesmo sem provocar sintomas severos, altos teores de Mn provocaram redução na produtividade de matéria seca do feijoeiro.

Teixeira et al. (2004) avaliaram a aplicação via foliar de Mn e Zn, aos 25 e 35 dias após emergência, na cv. Pérola, em solo de Cerrado do município de Itací, MG. As doses de Mn foram 0, 75, 150, 300 e 600 g ha⁻¹ e de Zn 0, 50, 100, 200 e 400 g ha⁻¹. Obtiveram resposta positiva à aplicação foliar dos dois nutrientes. A máxima eficiência técnica foi obtida com 315 g ha⁻¹ de Mn e 280 g ha⁻¹ de Zn, para a produtividade de 2.275 kg ha⁻¹ de grãos (Figura 4), correspondente a 60% acima da testemunha.

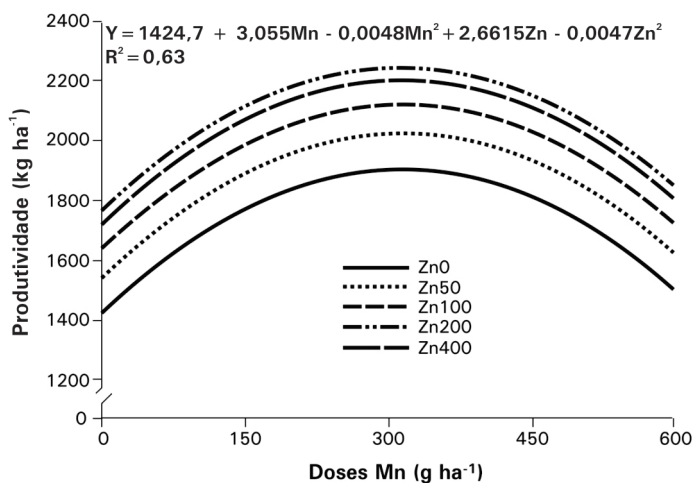


Figura 4. Produtividade de grãos do feijoeiro submetido à adubação foliar com manganês e zinco.

Fonte: Teixeira et al. (2004).

Fernandes et al. (2007) avaliaram o efeito de doses e épocas de aplicação de manganês, por via foliar, na produtividade e qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro irrigado cv. Pérola, cultivado em Neossolo Quatizarênico, originalmente sob vegetação de cerrado, no município de Cassilândia, MS, sob condições irrigadas por pivô-central. Os tratamentos constituíram de quatro doses de Mn (0, 150, 300 e 600 g ha⁻¹) aplicadas em três épocas: R5 (pré-floração), R6 (floração) e divididas metade em R5 e metade em R6. Mesmo em solo com alto teor de Mn, a aplicação foliar do nutriente aumentou o número de vagens por planta, a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos do feijoeiro (Figura 5). Não houve diferença entre o fornecimento de Mn via foliar no pré-florescimento e no florescimento do feijoeiro. A aplicação de Mn via foliar proporcionou aumento do número de vagens por planta até a dose máxima estimada de 258 g ha⁻¹, com um valor máximo de 15,97 vagens por planta (Figura 5a), e que foi 7% maior que o tratamento testemunha. O efeito do Mn na massa de 100 grãos foi linear (Figura 5b) e, com a aplicação de 600 g ha⁻¹, foram obtidos grãos com massa 8,8% maior que as do tratamento sem aplicação de Mn. A dose de 416 g ha⁻¹ de Mn proporcionou a maior eficiência técnica (Figura 5c), com aumento de produtividade de 376,5 kg ha⁻¹, ou seja, 11% em relação à testemunha. Os autores justificaram o aumento da produtividade como consequência do aumento da massa dos grãos, explicada pelo papel que o Mn desempenha em rotas bioquímicas que garantem a formação de lipídios e proteínas.

Por outro lado, Conte e Castro e Boareto (2001) não encontraram resposta positiva da aplicação de mistura de nutrientes contendo manganês na produtividade do feijoeiro. O estudo foi conduzido em Latossolo Vermelho-Amarelo na região de Botucatu, SP, e o resultado foi justificado pelas baixas quantidades dos nutrientes fornecidos e pela disponibilidade dos mesmos no solo.

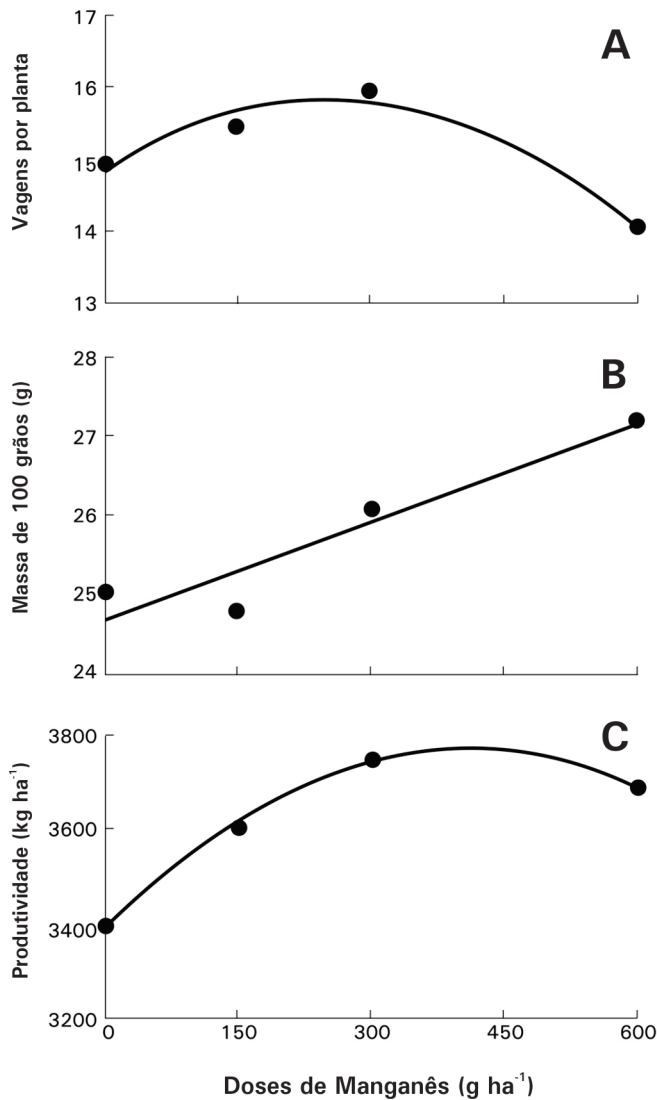


Figura 5. Número de vagens por planta (A), massa de 100 grãos (B) e produtividade de grãos de feijão (C) em razão da aplicação de manganês via foliar.

Fonte: Fernandes et al. (2007).

Molibdênio

Resposta positiva à adubação molíbdica via foliar no feijoeiro tem sido observada por vários autores em Minas Gerais, principalmente na Zona da Mata (AMANE, 1997; FERREIRA et al., 2003; PESSOA et al., 2000; VIEIRA, 1994).

Em estudo conduzido em campo, em Latossolo Roxo distrófico fase cerrado, Lima (1997) observou resposta positiva à aplicação foliar de molibdênio no feijoeiro, cv. Carioca-MG, com a aplicação foliar da dose de Mo de 75 g ha⁻¹, 20 dias após a emergência, empregando-se como fonte o molibdato de amônio (54% de Mo).

Objetivando avaliar o efeito da aplicação foliar de molibdênio na produtividade do feijoeiro cv. Ouro Negro, Pessoa et al. (2000) conduziram experimento, em condições de lavoura, na área experimental da Universidade Federal de Viçosa, MG, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço. Os tratamentos constituíram de doses crescentes de Mo, 0, 40, 80 e 120 g ha⁻¹, da fonte molibdato de amônio, aplicado aos 25 dias após emergência. A máxima eficiência técnica foi alcançada com 80 g ha⁻¹, com produtividade de 1.893 kg ha⁻¹ (Figura 6).

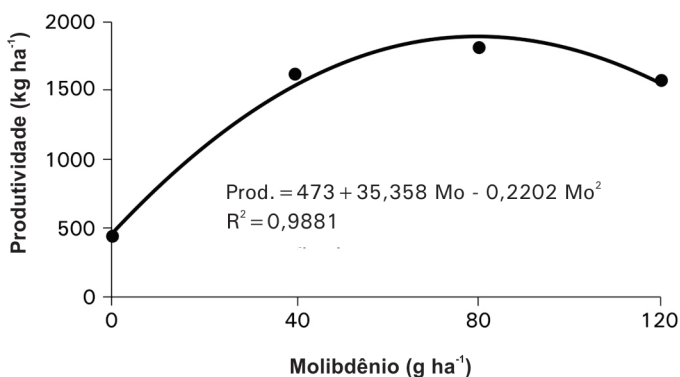


Figura 6. Produtividade de grãos do feijoeiro em razão da aplicação foliar de molibdênio.

Fonte: Pessoa et al. (2000).

Ferreira et al. (2003) conduziram experimentos em Viçosa, MG, em condições de campo, objetivando determinar o efeito do conteúdo de molibdênio no grão e da pulverização foliar com esse nutriente nos componentes de produção e produtividade do feijoeiro, cv. Meia-Noite. Nos dois experimentos houve resposta positiva na produtividade de grãos da adubação foliar com molibdênio.

Silva et al. (2012) conduziram três experimentos de campo, sendo dois no município de Jaíba, MG, em Neossolo Vermelho-Amarelo (NQ) e Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) e o terceiro em Nova Porteirinha, MG, em Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA). Os tratamentos foram sem e com pulverização foliar de Mo na dose de 60 g ha^{-1} . Usou-se a cv. Carioca em plantio irrigado. Observaram que a produtividade de grãos e seus componentes aumentaram com a aplicação de Mo na dose de 60 g ha^{-1} no LVA e não houve aumento no NQ e LVe.

Entretanto, em Cerrado na região de Selvíria, MS, Nascimento et al. (2004) não obtiveram efeito na produtividade do feijoeiro, cv. IAC Carioca Eté, com a aplicação de 80 g ha^{-1} em duas épocas de aplicação (estádios V3 e V4), como também Silveira et al. (1996), com a cv. Carioca, sob irrigação, no Cerrado de Jussara, GO.

Fullin et al. (1999), com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de nitrogênio e molibdênio no feijoeiro irrigado, conduziram experimento com a cv. Goytacazes, sob irrigação, em Latossolo Vermelho-Amarelo coeso distrófico, na região de Linhares, ES. Não observaram diferença significativa da aplicação de 20 g ha^{-1} de Mo sobre a produtividade de grãos da cultura em relação à testemunha sem aplicação.

Zinco

Ao longo de três anos de estudo, Lauer (1982) avaliou o efeito de fontes de Zn, incluindo ZnSO_4 e Zn-EDTA, aplicadas nos estádios V4 e R5 do feijoeiro. Não observaram efeito positivo do Zn na produtividade de grãos da cultura em solo com teor adequado de nutriente.

Em estudo conduzido em campo, em Latossolo Roxo distrófico fase cerrado, Lima (1997) não observou resposta positiva à aplicação foliar de zinco no feijoeiro, cv. Carioca-MG, com a aplicação foliar das doses de Zn de 0, 45 e 90 g ha⁻¹, 30 dias após a emergência, tendo como fonte o sulfato de zinco (23% de Zn). A falta de resposta ao nutriente, cujos teores eram baixos no solo, foi atribuída à possível inadequação das doses empregadas, sugerindo-se que em trabalhos futuros sejam utilizadas doses mais elevadas.

Sousa et al. (2005) avaliaram, em solo de Cerrado, o emprego de duas fontes de zinco (sulfato e cloreto de zinco) e cinco doses (0, 100, 200, 400 e 800 g ha⁻¹), aplicadas via foliar, parceladamente aos 25 e 35 dias após emergência do feijoeiro, cv. Pérola. O estudo foi conduzido em três safras (outono-inverno, águas e seca). O solo do estudo apresentava teor de Zn de 2,1 mg dm⁻³. Não obtiveram resposta positiva na produtividade de grãos da cultura em razão da adubação foliar com Zn.

Segundo Oliveira Junior et al. (1995), a aplicação de sulfato de zinco aumentou o teor desse elemento nas folhas do feijoeiro, em estudo em casa-de-vegetação, com a cv. Carioca.

Multinutrientes

Balducci Junior (1984) instalaram quatro ensaios, sendo dois na época das “águas” e dois na época da “seca”, visando o estudo dos efeitos dos adultos líquidos NP (10-30-00) e NPK (15-7-10) aplicados via foliar, na produtividade do feijoeiro. Empregaram-se as doses de 0, 12, 24, 36 e 48 L ha⁻¹ de cada uma das fórmulas, divididas em quatro aplicações, aos 15, 30, 45 e 60 dias após emergência das plântulas. Em cada aplicação foram utilizados 300 L ha⁻¹ de água e espalhante adesivo. Os autores não verificaram efeito significativo da adubação foliar dos nutrientes sobre a produtividade de grãos da cultura.

Conte e Castro e Boareto (2001) não observaram efeito da adubação foliar com uma mistura de nutrientes contendo Mg (150 g ha⁻¹), S (120 g ha⁻¹), P (200 g ha⁻¹) e Ca (300 g ha⁻¹). Os autores justificaram o

resultado pelas baixas quantidades desses nutrientes fornecidos pelos produtos aplicados e pela disponibilidade dos mesmos no solo.

Por outro lado, Thung e Ferreira (1990) avaliaram o efeito da adubação foliar com polifosfato de amônio em duas cultivares de feijoeiro, em duas safras, em latossolo de Cerrado. O polifosfato de amônio (10-34-0) foi aplicado a partir do estádio V4 (3ª folha trifoliolada) na concentração de 125 g L⁻¹, com um volume equivalente a 400 L ha⁻¹ de solução. Não foi aplicado P₂O₅ no plantio. Foram feitas seis aplicações. Os resultados mostraram que a adubação foliar com polifosfato de amônio aumentou a produtividade de grãos de feijão, em média de 25% em relação à testemunha.

Farinelli et al. (2006) observaram que a adubação foliar com quatro doses de um fertilizante foliar composto de Ca e B (10% de Ca e 0,5% de B) promoveu acréscimo na produtividade de grãos da cv. Pérola. Vieira e Pinto (2002) obtiveram efeito significativo do nitrato de cálcio, Ca (NO₃)₂·4H₂O, na dose de 300 mg L⁻¹, aplicado via foliar, em um de quatro experimentos implantados com o mesmo objetivo, como também Weaver et al. (1985), em uma de três cultivares estudadas.

Considerações Gerais

Pode-se dizer que as observações de que a adubação foliar tem despertado grande interesse, ainda que sem maior definição a respeito de sua real eficiência (BULISANI et al., 1973; DIEHL, 1977); são dadas recomendações de adubação foliar nem sempre baseadas em experimentação (BOARETTO et al., 1988); existe muita controvérsia a respeito da adubação foliar com micronutrientes (SCARAMUZZA et al., 1999); a propaganda e agressividade do comércio fizeram com que a prática de adubação foliar se adiantasse à pesquisa (ALVARENGA et al., 2000); a adubação foliar necessita de embasamento experimental, sendo injustificada a sua recomendação generalizada (CONTE E; CASTRO; BOARETTO, 2001); há falta de informações confiáveis, de resultados com forte relação causa-efeito, corroborados por testes

estatísticos adequados (ROSOLEM, 2002a); na prática, a adubação foliar tem obtido resultados inconsistentes (REZENDE et al., 2005), ainda são válidas nos dias atuais, com pequenas exceções.

A principal exceção refere-se à adubação foliar com o nutriente Mo na região da Zona da Mata de Minas Gerais. A carência de molibdênio interfere no processo de assimilação do nitrogênio pelo feijoeiro, pela simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. O efeito positivo desse nutriente sobre a produtividade de grãos da cultura, implantada nos solos da região, foi comprovado por inúmeros trabalhos. Há de se ressaltar que o efeito benéfico se dá também, além da adubação foliar, por outros modos de aplicação, como pelo solo ou pela semente. Tornou-se uma tecnologia consolidada, de amplo emprego pela assistência técnica e pelos produtores da região. Nos mercados locais o produto para aplicação foliar está disponível para comercialização. Em outras regiões do país, principalmente em cultivos irrigados no Cerrado, a prática geralmente não traz benefícios.

Em relação aos macronutrientes, N, P e K, inicialmente deve-se ter em mente a seguinte evidência: para uma produtividade de grãos de, por exemplo, 2.500 kg ha⁻¹, são extraídos pelos grãos, cerca de 98,8 kg de N, 9,3 kg de P e 27,5 kg de K (ANDRADE et al., 2004). Isso sem considerar a quantidade desses nutrientes extraída pelas outras partes da planta. Assim, detecta-se que a quantidade fornecida pela adubação foliar não atende as necessidades da planta. Nesse aspecto, Rosolem (2002b) relatou que, com exceção de alguns casos comprovados de deficiência, dificilmente se terá bons resultados com a aplicação de macronutrientes. O insucesso não se deve a problemas de penetração cuticular ou absorção e utilização do nutriente pela planta, mas sim às quantidades que devem ser aplicadas, o que inviabiliza a prática. A recomendação generalizada da aplicação foliar de macronutrientes, em doses pequenas, raramente tem encontrado respaldo na literatura, nas condições brasileiras. Mas como em razão da pequena quantidade aplicada, seu custo é relativamente baixo, muitos agricultores se utilizam da prática, sem a mínima segurança a respeito do real benefício.

Cobucci et al. (2010) reconhecem, indiretamente, o fato da diferença entre a quantidade fornecida de P via foliar e a quantidade necessária para a cultura, quando concluem que a aplicação foliar de fósforo pode ocasionar um estímulo fisiológico positivo responsável pela promoção do aumento da absorção desse nutriente proveniente do solo. Alteração no metabolismo fotossintético do feijoeiro sob déficit hídrico, em decorrência da aplicação foliar de P, foi relatada por Santos (2005).

Com relação ao nitrogênio, além da diferença entre a quantidade extraída pela planta e a quantidade fornecida pela adubação foliar, um fato merece destaque: Segundo Arf et al. (1999), a absorção do nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura do feijoeiro, mas a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece dos 35 aos 50 dias da emergência da plântula. Rosolem (1987) relatou que as adubações com N em cobertura são melhor aproveitadas pelas plantas quando realizadas até 36 dias após a emergência. Dessa forma, a adubação nitrogenada deve ser realizada de modo a propiciar boa nutrição da planta no período em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, isto é, até o início do florescimento (ROSOLEM, 1996). Assim, na aplicação foliar aos 35-36 dias, a planta não teria área foliar para receber a pulverização e grande parte do produto seria direcionado ao solo. Lauer (1982) relatou esse fato; o feijoeiro no estágio V4 tem folhagem insuficiente para interceptar solução aplicada via foliar.

A diferença de quantidade exigida e fornecida pela adubação foliar também se aplica aos macronutrientes Ca, Mg e S. Nenhum trabalho consultado apresentou efeito positivo da adubação foliar com Ca no feijoeiro. Também, não foram encontrados trabalhos com os nutrientes potássio, magnésio, enxofre e ferro aplicados isoladamente e sim em soluções multinutrientes. No caso de estudos de aplicação foliar de multinutrientes, não se sabe qual ou quais nutrientes tiveram efeito sobre a planta.

Para os micronutrientes, B, Cu e Zn, a literatura apresenta resultados inconsistentes. É necessário um estudo local, dentro de bases científicas, levando-se em consideração a interpretação da análise química e física do solo, para saber a real necessidade da aplicação foliar desses elementos. Se comprovada a eficiência, cabe ao usuário decidir pela aplicação foliar ou correções do teor do elemento no solo para futuros plantios. Vale lembrar que o nutriente Cu está presente em muitos produtos químicos usados normalmente no controle de doenças da cultura do feijoeiro. Segundo Scaramuzza et al. (1999), a larga utilização do Cu como fungicida tem mascarado seu efeito nutricional.

Com exceção dos casos de correção de deficiência, a adubação foliar deve ser planejada e empregada de acordo com objetivos específicos, evitando-se ao máximo o uso de soluções multinutrientes (ROSOLEM, 2002b). É bem improvável que a planta esteja necessitando de todos os nutrientes da solução multinutriente. Isso caracteriza que o usuário não tem certeza do alvo a ser atingido com a adubação foliar.

Referências

ALMEIDA, C. de; CARVALHO, M. A. C. de; ARF, O.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S. Ureia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 293-298, abr./jun. 2000.

ALVARENGA, M. A. R.; SILVA, E. C. da; SOUZA, R. J. de; CARVALHO, J. G. de. Efeito de doses de nitrogênio aplicadas no solo e níveis de cálcio aplicados via foliar sobre o teor e o acúmulo de micronutrientes em alface americana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 905-916, out./dez. 2000.

AMANE, M. I. V. **Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais: efeitos de doses, calagem e rizóbio**. 1997. 83 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; AMBROSANO, G. M. B.; BULISANI, E. A.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A. L. M.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; SORDI, G. de. Efeito do nitrogênio no cultivo de feijão irrigado no inverno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 2/3, p. 338-342, maio/dez. 1996.

ANDRADE, C. A. de B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIN, C. A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, set./out. 2004.

ARF, O.; FERREIRA, E. C.; CARVALHO, M. A. C.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Efeitos de doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 790-793.

ÁVILA, F. W.; FAQUIN, V.; SILVA, D. R. G.; BASTOS, C. E. A.; OLIVEIRA, N. P.; SOARES, D. A. Phosphite as phosphorus source to grain yield of common bean plants grown in soils under low or adequate phosphate availability. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 639-648, nov./dez. 2012.

BALDUCCI JUNIOR, J. J.; ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R. Adubação foliar do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): III. Efeitos de NP e NPK. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 221-228, dez. 1984.

BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. de A. Efeitos de doses e épocas de aplicação de molibdênio sobre a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 7, p. 473-480, jul. 1996.

BOARETTO, A. E.; DAGHLIAN, C.; MURAOKA, T.; CRUZ, A. de P. Adubação foliar do feijoeiro: fontes de nitrogênio, concentração da solução e horário de sua aplicação. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 117-123, set. 1985.

BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; CRUZ, A. P.; DAGHLIAN, C. Absorção de fósforo e enxofre pelas folhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Turrialba**, San José, v. 36, n. 1, p. 120-123, enero-marzo 1986.

BOARETTO, A. E.; SOUZA, J. R. P. de; NAKAGAWA, J. Adubação foliar com EDTA-cálcio e/ou fertilizante misto em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Científica**, Jaboticabal, v. 16, n. 2, p. 173-178, 1988.

BULISANI, E. A.; ALMEIDA, L. D. de; DEMATTÊ, J. D. Observações preliminares sobre a adubação foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Bragantia**, Campinas, v. 32, n. 1, p. XIII-XVIII, maio 1973.

CAMARGO, P. N. de. **Princípios de nutrição foliar**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 118 p.

CASTAGNEL, J.; SILVA, T. R. B. da. Adubação foliar de boro na cultura do feijão. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 2, n. 3, p. 7-16, 2009.

COBUCCI, T.; LIMA, D. A. de P.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, P. de; NASCENTE, A. S. Aumento de eficiência de utilização de fósforo do solo em razão de aplicações foliares do nutriente. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2010, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 1 CD-ROM.

CONTE E CASTRO, A. M.; BOARETO, A. E. Adubação foliar do feijoeiro com nutrientes, vitamina B1 e metionina. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 117-122, 2001.

DIEHL, S. R. L. **Adubação foliar em feijoeiro**. Campinas: CATI, 1977. 6 p.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; SOUZA, F. S. de; PIEDADE, A. R.; LEMOS, L. B. Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão adubados via foliar com cálcio e boro. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 59-65, 2006.

FERNANDES, D. S.; SORATTO, R. P.; KULCZYNSKI, S. M.; BISCARO, G. A.; REIS, C. J. dos. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão em consequência da aplicação foliar de manganês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 419-426, fev. 2007.

FERREIRA, A. C. de B.; ARAÚJO, G. A. de A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; VIEIRA, C. Características agronômicas do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e da sua aplicação via foliar. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 65-72, 2003.

FRANCO, I. A. de L.; MARTINEZ, H. E. P.; ZABINI, A. V.; FONTES, P. C. R. Translocação e compartimentalização de Zn aplicado via ZnSO_4 e ZnEDTA nas folhas de cafeeiro e feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 332-339, mar./abr. 2005.

FULLIN, E. A.; ZANGRANDE, M. B.; LANI, J. A.; MENDONÇA, L. F. de; DESSAUNE FILHO, N. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 7, p. 1145-1149, jul. 1999.

FURTINI NETO, A. E.; FERNANDES, L. A.; FAQUIN, V.; SILVA, I. R. da; ACCIOLY, A. M. de A. Resposta de cultivares de feijoeiro ao enxofre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 567-573, mar. 2000.

KIKUTI, H.; TEIXEIRA, I. R.; MARINHA, J. T. de S.; MOTA, J. H.; CARVALHO, J. G. de; ANDRADE, M. J. B. de. Acúmulo de matéria seca na parte aérea do feijoeiro cv. Pérola em função da aplicação de boro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., 1998, Caxambú. **Resumos...** Caxambú: UFLA: SBSCS, 1998. p. 447.

LAUER, D. A. Foliar fertilization of dry beans with Zn and NPKS. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 2, p. 339-344, Mar./Apr. 1982.

LIMA, S. F. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido à aplicação foliar de doses de boro, molibdênio e zinco.** 1997. 76 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LYNCH, J.; LÄUCHLIL, A.; EPSTEIN, E. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 2, p. 380-387, Mar./Apr. 1991.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MANN, E. N.; REZENDE, P. M. de; MANN, R. S.; CARVALHO, J. G. de; PINHO, E. V. R. von. Efeito da aplicação de manganês no rendimento e na qualidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 12, p. 1757-1764, dez. 2002.

NASCIMENTO, M. S. do; ARF, O.; SILVA, M. G. da. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 153-159, 2004.

OLIVEIRA JUNIOR, J. A. de; RÊGO, I. C.; SCIVITTARO, W. B.; LIMA FILHO, O. F. de; STEFANUTTI, R.; GONZÁLES, G. R.; BOARETO, A. E. Efeito de fontes e de aditivos na absorção de ³⁵S via foliar pelo feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 452-457, set./dez. 1995.

OLIVEIRA, I. P. de; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: Potafós, 1996. p. 169-221.

PAULA JUNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; TEIXEIRA, H.; CARNEIRO, J. E. S. Foliar application of calcium chloride and calcium silicate decreases white mold intensity on dry beans. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 34, n. 3, p. 171-174, maio/jun. 2009.

PELÁ, A.; RODRIGUES, M. S.; SANTANA, J. da S.; TEIXEIRA, I. R. Fontes de fósforo para adubação foliar na cultura do feijoeiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 4, p. 313-318, 2009.

PESSOA, A. C. dos S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro “Ouro Negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 75-84, jan./mar. 2000.

REZENDE, P. M. de; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, nov./dez. 2005.

ROSOLEM, C. A. Calagem e adubação mineral. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 353-385.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 93 p. (POTAFÓS. Boletim técnico, 8).

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Lavras: UFLA, 2002a. Parte I. Apostila do Curso de Especialização à Distância em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio. Disponível em: <http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Recomendacao%20e%20aplicacao%20de%20nutrientes%20VIA%20FOLIAR%20Parte%201%20.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Lavras: UFLA, 2002b. Parte II. Apostila do Curso de Especialização à Distância em Fertilidade do solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio. Disponível em: <http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Recomendacao%20e%20aplicacao%20de%20nutrientes%20VIA%20FOLIAR%20Parte%202%20.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R. Adubação foliar do feijoeiro. VII. Efeito da hora da aplicação e do volume de água. In: JORNADA CIENTÍFICA DO CAMPUS DE BOTUCATU, 12., 1983, Botucatu.

Anais... Botucatu: Associação dos Docentes de Botucatu, 1983. p. 51.

ROSOLEM, C. A.; BOARETTO, A. E.; NAKAGAWA, J. Adubação foliar do feijoeiro. VIII. Fontes e doses de cálcio. **Científica**, Jaboticabal, v. 18, n. 2, p. 81-86, 1990.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4th ed. Belmont: Wadsworth, 1992. 682 p.

SANTOS, M. G. **Aplicação foliar de fósforo, metabolismo fotossintético e produtividade do feijoeiro comum sob déficit hídrico**. 2005. 74 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SCARAMUZZA, J. F.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; ARAÚJO, G. A. de A.; CECON, P. R. Produtividade e teores foliares de nutrientes na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em resposta à aplicação foliar de sulfato de cobre, com ou sem neutralização. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 46, n. 267, p. 523-529, set./out. 1999.

SILVA, E. de B.; SANTOS, S. R.; FONSECA, F. G.; TANURE, L. P. P.; FREITAS, J. P. X. de. Aplicação foliar de molibdênio em feijoeiro irrigado cultivado no norte de Minas Gerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 64-71, mar. 2012. Suplemento 1.

SILVA, T. R. B. da.; SORATTO, R. P.; BISCARO, T.; LEMOS, L. B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 46-52, 2006.

SILVEIRA, P. M. da; DYNIA, J. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Resposta do feijoeiro irrigado a boro, zinco e molibdênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 198-204, abr./jun. 1996.

SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B. da; BORGHI, E.; SILVA, L. M. da; ROSOLEM, C. A. Resposta de quatro cultivares de feijão ao manganês em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 235-240, abr./jun. 2005.

SOUSA, D. A. de; GUIMARÃES, R. R.; TEIXEIRA, I. R. Aplicação foliar de zinco no feijoeiro com emprego de diferentes fontes e doses. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 3.; JORNADA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 1., 2005, Anápolis. **Anais...** Disponível em: <http://www.prp2.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2005/arquivos/agrarias/aplicacao_foliar.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2013.

TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ARAUJO, G. A. de A.; FONTES, R. L. F. Manganese and zinc leaf application on common bean grown on a "cerrado" soil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 77-81, jan./fev. 2004.

TEIXEIRA, M. G.; ARAÚJO, A. P. Aumento do teor de fósforo em sementes de feijoeiro através da adubação foliar. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 756-759.

THUNG, M.; FERREIRA, R. M. Adubação foliar com polifosfato de amônio (APP) em duas variedades de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3., 1990, Vitória. **Resumos...** Vitória: EMCAPA, 1990. Resumo 223. (EMCAPA. Documentos, 62).

VIEIRA, R. F. **Aplicação foliar de molibdênio e seu efeito nas atividades da nitrogenase e redutase do nitrato no feijoeiro em campo**. 1994. 188 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VIEIRA, R. F.; PINTO, C. M. F. Yield of beans in response to chemical foliar applications at flowering stage. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 45, p. 188-189, 2002.

VITTI, G. C.; FAVARIN, J. L.; GALLO, L. A.; PIEDADE, S. M. de S.; FARIA, M. R. M. de; CICARONE, F. Assimilação foliar de enxofre elementar pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 225-229, fev. 2007.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: MANLIO, S. F. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-325.

WEAVER, M. L.; TIMM, H.; NG, H.; BURKE, D. W.; SILBERNAGEL, M. J.; FOSTER, K. Pod retention and seed yield of beans in response to chemical foliar applications. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 3, p. 429-431, June 1985.

WITTWER, S. H. Foliar absorption of plant nutrients. In: CHANDRA, L. (Ed.). **Plant geography and bionomics**. New Delhi: Institute for the Advancement of Science and Culture, 1964. p. 161-167. (Advancing Frontiers of Plant Sciences, v. 8).

